

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : F16K 31/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/34701</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 15. Juni 2000 (15.06.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03532</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. November 1999 (05.11.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 56 185.7 5. Dezember 1998 (05.12.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HEINZ, Rudolf [DE/DE]; Eltinger Weg 26, D-71272 Renningen (DE). SCHMOLL, Klaus-Peter [DE/DE]; Richard-Wagner-Strasse 3, D-74251 Lehensteinsfeld (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(54) Title: PIEZOELECTRIC DRIVE</p> <p>(54) Bezeichnung: PIEZOELEKTRISCHER ANTRIEB</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a piezoelectric actuator, especially for actuating control valves or injection valves on internal combustion engines in motor vehicles. The inventive actuator comprises a piezoelectric actuator body (1), especially in the form of a multilayer laminate comprised of sandwiched layers of piezoelectric material and of metallic or electrically conductive layers which are arranged therebetween and which serve as electrodes. These electrode layers are contacted by electrically conductive common electrode terminals (3), and the actuator body (1) is enclosed by a metallic module wall (2) while maintaining an intermediate space (5) containing the common electrode terminals (3). The piezoelectric actuator is characterized in that the common electrode terminals (3) are provided in the shape of a three-dimensionally structured surface or in the shape of a three-dimensionally structured body, and the section thereof resting directly on the actuator body (1) comprises a prolongation (31, 32) or expansion (9) which projects into the intermediate space (5), which is provided for dissipating heat from the actuator body (1) and which has an elastomer filling (7) with thermoconducting additional particles in the intermediate space (5).</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Aktor insbesondere zur Betätigung von Steuerventilen oder Einspritzventilen an Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen mit einem piezoelektrischen Aktorkörper (1), insbesondere in Form eines vielschichtigen Laminats aus aufeinandergeschichteten Lagen piezoelektrischen Materials und dazwischenliegenden metallischen, bzw. elektrisch leitenden, als Elektroden dienenden Schichten, wobei diese Elektrodenschichten durch elektrisch leitende gemeinsame Elektrodenanschlüsse (3) kontaktiert sind und der Aktorkörper (1) unter Einhaltung eines die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse beinhaltenden Zwischenraums (5) von einer metallischen Modulwand (2) umgeben ist. Der piezoelektrische Aktor ist dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse (3) in Form einer dreidimensional strukturierten Fläche oder in Form eines dreidimensional strukturierten Körpers gestaltet sind und deren unmittelbar am Aktorkörper (1) anliegender Abschnitt eine in den Zwischenraum (5) ragende Verlängerung (31, 32) oder Vergrößerung (9) zur Wärmeableitung vom Aktorkörper (1) und eine Elastomerfüllung (7) mit wärmeleitfähigen Zusatzteilen im Zwischenraum (5) aufweist.</p> <div data-bbox="1153 1218 1461 1869"> </div>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

Piezoelektrischer Antrieb

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem piezoelektrischen Aktor, insbesondere zur Betätigung von Steuerventilen oder Einspritzventilen an Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen mit einem piezoelektrischen Aktorkörper insbesondere in Form eines vielschichtigen Laminats aus aufeinander-geschichteten Lagen piezoelektrischen Materials und dazwischenliegenden metallischen, bzw. elektrisch leitenden, als Elektroden dienenden Schichten, wobei diese Elektrodenschichten durch elektrisch leitende gemeinsame Elektrodenanschlüsse kontaktiert sind und der Aktorkörper unter Einhaltung eines die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse beinhaltenden Zwischenraums von einer metallischen Modulwand umgeben ist.

25

Ein derartiger piezoelektrischer Aktor ist zum Beispiel bekannt aus der DE 196 50 900 A1 der Robert Bosch GmbH.

30

Wie allgemein bekannt, können piezoelektrische Aktoren zum Beispiel für Einspritzventile eines Kraftfahrzeugmotors sowie in Bremssystemen mit Antiblockiersystem und Antischlupfregelungen eingesetzt werden

35

Derartige mit piezoelektrischen Aktoren ausgestattete Einspritzventile besitzen eine durch ein stoßelartiges Verschlußorgan gesteuerte Einspritzdüse. Am Stoßel ist eine

düsenseitige Wirkfläche angeordnet, die vom Druck des der Düse zugeführten Kraftstoffs beaufschlagt wird, wobei die Druckkräfte den Stößel in Öffnungsrichtung des Verschlußorganes zu drängen suchen. Der Stößel ragt mit
5 einem plungerartigen Ende, dessen Querschnitt größer ist als die vorgenannte Wirkfläche, in eine Steuerkammer hinein. Der dort wirksame Druck sucht den Stößel in Schließrichtung des Verschlußorganes zu bewegen. Die Steuerkammer ist über eine Eingangs-drossel mit der unter
10 hohem Druck stehenden Kraftstoffzufuhr und über ein in der Regel gedrosseltes bzw. mit einer Ausgangsdrossel kombiniertes Auslassventil mit einer nur geringen druckaufweisenden Kraftstoffrückführleitung verbunden. Bei geschlossenem Auslassventil steht in der Steuerkammer ein
15 hoher Druck an, durch den der Stößel gegen den Druck an seiner düsenseitigen Wirkfläche in Schließrichtung des Verschlußorganes bewegt bzw. in Verschlußstellung gehalten wird. Beim Öffnen des Auslaßventiles fällt der Druck in der Steuerkammer ab, wobei das Maß des Druckabfalles durch die
20 Bemessung der Eingangs-drossel und des Drosselwiderstandes des geöffneten Ausgangsventiles bzw. der damit kombinierten Ausgangsdrossel bestimmt wird. Im Ergebnis vermindert sich der Druck in der Steuerkammer bei geöffnetem Auslaßventil derart, daß der Stößel aufgrund der an seiner düsenseitigen
25 Wirkfläche wirksamen Druckkräfte in Öffnungsrichtung des Verschlußorgans bewegt bzw. in Offenstellung gehalten wird.

Im Vergleich mit elektromagnetisch betätigten Einspritzventilen können piezoelektrische Aktoren schneller
30 schalten. Allerdings muß beim Aufbau eines piezoelektrischen Aktors beachtet werden, daß durch innere Verluste im piezoelektrischen Körper des Aktors Verlustwärme entsteht, die abgeführt werden muß, damit sich der Aktor nicht überhitzt. Da die Keramikmaterialien der
35 Piezokeramik eine schlechte Wärmeleitfähigkeit haben, ist besonders bei langen Aktoren, deren Länge größer ist als

ihre Breite, die Ableitung innerhalb des im wesentlichen aus Keramikmaterial bestehenden Aktorkörpers ungünstig.

5 Durch die im aktiven Teil des Aktorkörpers liegenden Elektroden ist dessen Wärmeleitfähigkeit quer zu den Elektrodenschichten um den Faktor 3 bis 5 höher als senkrecht dazu, da das piezoelektrische Keramikmaterial ein schlechter Wärmeleiter ist. Dieser Faktor hängt natürlich von den geometrischen Verhältnissen, wie der Dicke der
10 Keramikschichten, der Dicke der Elektrodenschichten vom Rand des Aktorkörpers ab. Da die Wärmeleitung, wie erwähnt, senkrecht zu den Elektrodenschichten schlecht ist, nimmt die Wärme den Weg durch die Elektroden des aktiven Teils des Aktorkörpers zu den außenliegenden gemeinsamen
15 Elektrodenanschlüssen. Da diese außenliegenden gemeinsamen Elektrodenanschlüsse keinen Kontakt zum metallischen Aktorfuß sowie zur metallischen Halteplatte im Bereich des Aktorkopfs haben dürfen, kann auch die im Aktorkörper entstehende Wärme nicht ohne weitere Maßnahmen zu diesen
20 metallischen Körpern abgeleitet werden. Insbesondere bedarf es wegen der an den gemeinsamen Elektrodenanschlüssen liegende hohe Spannung von ca. 200 Volt besonderer Maßnahmen zur Isolation der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse gegenüber den metallischen Teilen des
25 Aktormoduls.

Eine theoretisch mögliche Kühlung des Aktors mit einem flüssigen Kühlmittel, wie zum Beispiel Kraftstoff, Wasser, Motoröl und dergleichen ist ungünstig, zum einen wegen der
30 Gefahr eines Kurzschlusses durch den auch im Kraftstoff und im Motoröl enthaltenen Wasseranteils und zum anderen wegen der Verteuerung des Aktormoduls aufgrund aufwendiger Abdichtungen, die ein Austreten des verwendeten Kühlmittels, insbesondere bei Erwärmung des Aktors aus dem
35 Aktormodul ausschliessen müssen.

Aufgaben und Vorteile der Erfindung

5 Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, einen gattungsgemäßen piezoelektrischen Aktor so zu ermöglichen, daß eine sichere Kühlung des durch den Betrieb sich erwärmenden Aktorkörpers ohne Verwendung flüssiger Kühlmittel möglich ist, daß der piezoelektrische Aktor einfach montiert werden kann und keine besonderen Abdichtungen, wie bei einer Flüssigkeitskühlung benötigt.

10 Diese Aufgabe wird gemäß einem wesentlichen Aspekt der Erfindung dadurch gelöst, daß die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse in Form einer dreidimensional strukturierten Fläche oder eines dreidimensional strukturierten Körpers
15 gestaltet sind, und deren am Aktorkörper anliegender Abschnitt eine in den Zwischenraum ragende Verlängerung oder Vergrößerung zur Wärmeableitung vom Aktorkörper aufweist.

20 Bei einer Ausführung sind die verlängerten Abschnitte der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse in Form von zu den Seitenwänden des Aktorkörpers parallel liegenden wellenförmigen Bändern oder Folien gestaltet.

25 Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel sind zur Schaffung einer größeren wärmeableitenden Oberfläche die außenliegenden gemeinsamen Elektrodenanschlüsse dadurch verlängert, daß die Elektrodenanschlüsse im Zwischenraum zwischen dem Aktorkörper und der Modulwand einfach oder
30 mehrfach gefaltet sind.

Wenn, wie bevorzugt, ein wellenförmiges Band für die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse Verwendung findet, kann die Kühlfläche auch durch Gestaltung der Wellenhöhe
35 vergrößert werden.

- 5 -

Die Weiterleitung der von den vergrößerten oder verlängerten gemeinsamen Elektrodenanschlüssen abgegebenen Wärme zur Modulwand erfolgt bevorzugt durch ein den Zwischenraum ausfüllendes und die verlängerten gemeinsamen Elektrodenanschlüsse umhüllendes wärmeleitfähiges Elastomer.

Eine weitere Steigerung der Kühlwirkung der vergrößerten oder verlängerten gemeinsamen Elektrodenanschlüsse erfolgt durch Benutzung eines Elastomers mit elektrisch leitfähigen Partikeln und hohem Füllungsgrad. In diesem Fall muß die Innenseite der Modulwand elektrisch isoliert werden, zum Beispiel durch eine Lack oder -Oxidschicht.

Außerdem kommt zur Vergrößerung der wärmeableitenden Oberfläche der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse auch eine Verlängerung der Anschlußdrähte in Betracht. Auch hier läßt sich die Drahtlänge und damit die wärmeabgebende Oberfläche des Anschlußdrahts durch sein Falten innerhalb des Zwischenraums zwischen dem Aktorkörper und der Modulwand steigern.

Ebenso ist eine Kombination einer gegebenenfalls mehrfach gefalteten Verlängerung der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse mit je einem verlängerten Anschlußdraht möglich.

Noch günstiger ist die Einführung von Metallsegmenten in den Zwischenraum, die dann mit den beidseitig verlängerten Elektrodenanschlüssen verlötet oder verschweißt sind. Diese Metallsegmente bestehen bevorzugt aus Kupfer und sind an die mit einer elektrischen Isolationsschicht versehene Modulwand angeklebt.

Kostengünstiger aber nicht ganz so wirksam ist die Benutzung eines Metallgewölles oder -geflechtes, das zwischen die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse und der auf

- 6 -

ihrer Innenseite elektrisch isolierten Modulwand
eingebracht und mit einem elastischen Kleber oder Elastomer
zur Fixierung getränkt ist.

5 Bei allen zuvor erwähnten Ausführungsbeispielen des
erfindungsgemäßen piezoelektrischen Aktors kann vorteil-
hafterweise der Zwischenraum durch ein mit wärmeleitfähigen
Partikeln versetztes Elastomer ausgefüllt sein.

10 Ein mit den obigen Merkmalen gestalteter piezoelektrischer
Aktor verwendet die zur guten Wärmeableitung verlängerten
oder vergrößerten gemeinsamen außenliegenden
Elektrodenanschlüsse zur Abfuhr der Wärme aus dem Aktor.
Somit werden zur Wärmeableitung ausschließlich feste Körper
15 verwendet, so daß keine bei einer Flüssigkeitskühlung des
Aktors eventuell auftretenden Leckageprobleme entstehen
können. Durch die Umhüllung des Aktorkörpers mit einem
Elastomer oder ähnlichem entsteht keine Gefahr einer
Kurzschlußbildung durch Schwitzwasser oder anderen Schmutz.

20 Der erfindungsgemäße piezoelektrische Aktor läßt sich
besonders vorteilhaft für Common-Rail-Diesel-Injektor-
systeme und für PDE-Injektorsysteme einsetzen. Auch
Benzindirekteinspritzventile sind mit einem solchen
25 piezoelektrischen Aktor vorteilhaft realisierbar.

Nachfolgend werden die obigen und weitere Aufgaben und
Vorteile der Erfindung bezugnehmend auf die mehrere
Ausführungsbeispiele darstellende Zeichnung näher
30 beschrieben.

Zeichnungen

35 Figur 1A zeigt schematisch und im Längsschnitt ein
prinzipielles Ausführungsbeispiel eines
erfindungsgemäßen piezoelektrischen Aktors;

Figur 1B als Querschnitt ein weiteres prinzipielles Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen piezoelektrischen Aktors;

5

Die Figuren

2 bis 9 zeigen unterschiedliche Varianten eines verlängerten und/oder vergrößerten gemeinsamen Elektrodenanschlusses jeweils in Form eines, einen Ausschnitt durch einen piezoelektrischen Aktor gemäß der Erfindung darstellenden Längsschnitts.

10

Ausführungsbeispiele

15

Bei dem in Figur 1A als Teilschnitt in Längsrichtung dargestellten ersten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen piezoelektrischen Aktors ist ein Aktorkörper 1, der die Form eines vielschichtigen Laminats aus aufeinandergeschichteten Lagen piezoelektrischen Materials und dazwischenliegenden metallischen bzw. elektrisch leitenden als Elektroden dienenden Schichten haben kann mit seinen Stirnseiten links und rechts durch zwei (nicht bezeichnete) Federbänder zwischen einem unteren metallischen Aktorfuß 6 und einer oberen am Aktorkopf liegenden, als Trennwand ausgeführten axial beweglichen Platte 4 elastisch vorgespannt. Das Aktormodul ist von einer metallischen Modulwand 2 eingeschlossen. Es ist zu bemerken, daß Figur 1A nur das linke Federband 11 zeigt. Die der Vorspannung dienenden Federbänder können auch durch eine auf die bewegliche Platte 4 drückende Druckfeder ersetzt werden.

20

25

30

An beiden äußeren Längsseiten des Aktorkörpers 1 in Figur 1B befinden sich gemeinsame leitende Elektrodenanschlüsse 3, die jeweils mit den einzelnen zu dieser Längsseite

herausgeführten Elektrodenschichten kontaktiert sind. Wie erwähnt, wird die im Aktorkörper 1 entstehende Wärme überwiegend zu seinen Seitenflächen hingeführt. Dort wird die Wärme von den gemeinsamen Elektrodenanschlüssen 3 aufgenommen und durch deren vergrößerten oder verlängerten Teil an die Umgebung, insbesondere an die Modulwand 2, abgeführt. Die Verlängerungen 31, 32 der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse 3 sind U-förmig und ragen parallel zu den Seitenwänden des Aktorkörpers 1 in den Zwischenraum 5 hinein (dargestellt ist zur Vereinfachung nur die rechte Elektrodenverlängerung 31). In der Schnittdarstellung gemäß Figur 1B sind die mit den gemeinsamen Elektrodenanschlüssen 3 in Kontakt stehenden Seitenflächen des Aktorkörpers 1 zu erkennen. Durch Pfeile Z sind die Elektrodenzonen angedeutet. Zu erkennen ist auch eine das Innere der Modulwand 2 elektrisch isolierende Isolierschicht 10, die dafür sorgt, daß die verlängerten Abschnitte 31, 32 der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse 3 keinen Kurzschluß an der Modulwand 2 verursachen können. Die Federbänder 11 liegen gemäß Figur 1B längs den Seitenflächen des Aktorkörpers 1, die nicht von den gemeinsamen leitenden Elektrodenanschlüssen 3 bedeckt sind (anders als in der vereinfachten Darstellung in Figur 1A.)

In Figur 1B ist erkennbar, daß beide Elektrodenanschlüsse 3 verlängerte Abschnitte 31, 32 aufweisen.

Die in Figur 2 gezeigte Variante unterscheidet sich von der Ausführung in Figur 1 darin, daß ein wellenförmiges Metallband oder eine wellenförmige Metallfolie als gemeinsamer Elektrodenanschluß 3 dient. In diesem Fall besteht der verlängerte Abschnitt 31 des gemeinsamen Elektrodenanschlusses 3 ebenfalls aus einem wellenförmigen Metallband. Weiterhin ist der Zwischenraum 5 mit einem gut wärmeleitenden Elastomer 7 ausgefüllt, welches die von dem verlängerten gemeinsamen Elektrodenanschluß 3, 31

abgegebene Wärme aufnimmt und insbesondere an die metallische Modulwand 2 abgibt. Um die Wärmeleitfähigkeit des Elastomers zu steigern, kann es mit wärmeleitenden Füllstoffen gefüllt sein.

5

Bei der in Figur 3 dargestellten Variante ist der gemeinsame Elektrodenanschluß 3 dadurch verlängert, daß wenigstens einige der Wellenberge 31 des als gemeinsamer Elektrodenanschluß dienenden Wellenbandes höher sind, wodurch die für die Kühlung effektive Oberfläche des gemeinsamen Elektrodenanschlusses 3 vergrößert ist. Auch bei der in Figur 3 dargestellten Variante kann der Zwischenraum 5 durch ein gut wärmeleitendes Elastomer 7 gegebenenfalls unter Zugabe von wärmeleitenden Füllstoffen ausgefüllt sein.

10

15

Bei der in Figur 4 gezeigten Variante ist die Verlängerung 31 des als gemeinsamer Elektrodenanschluß 3 dienenden Wellenbandes innerhalb des Zwischenraums 5 mehrfach gefaltet, so daß im Vergleich mit Figur 2 eine deutlich größere für die Wärmeabfuhr wirksame Oberfläche erreicht ist.

20

Eine andere Form der Faltung des gemeinsamen Elektrodenanschlusses 3, um dessen für die Wärmeabfuhr effektive Oberfläche zu vergrößern, ist in Figur 5 gezeigt. Dabei sind die beiden, in den Zwischenraum 5 ragenden umgebogenen Endabschnitte 31 des gewellten gemeinsamen Elektrodenanschlusses 3 nicht wellenförmig, sondern verlaufen geradlinig.

25

30

Die in Figur 6 gezeigte Variante besitzt auf der Innenseite der Modulwand 2 eine elektrische Isolationsschicht 18 um zu vermeiden, daß die gegebenenfalls mehrfach gefalteten und wellenförmig verlaufenden Endabschnitte des gemeinsamen Elektrodenanschlusses 3 die Modulwand 2 berühren und daß

35

- 10 -

dem wärmeleitenden Elastomer 7 zugesetzte elektrisch leitende Partikel 17 einen Kurzschluß an der Modulwand 2 verursachen können. Außerdem darf elektrisch leitendes Füllmaterial, wie die Partikel, nicht um den ganzen Aktorkörper 1 laufen, damit eine Kurzschlussgefahr an den beiden gegenüberliegenden Elektroden 3, 31 vermieden ist. Im Gegensatz dazu kann und soll bei allen Lösungsvarianten mit elektrisch isolierenden und gut wärmeleitenden Zusatzteilchen das Elastomer 7 um den ganzen Aktor verlaufen.

Bei der in Figur 7A und 7B gezeigten Variante des erfindungsgemäßen piezoelektrischen Aktors ist der Anschlußdraht 12 in den Zwischenraum 5 hinein verlängert und bildet eine Verlängerung des gemeinsamen Elektrodenanschlusses 3 zur Verbesserung der Wärmeableitung. Die Drahtlänge des Anschlußdrahtes 12 kann durch Falten desselben innerhalb des Zwischenraums 5 noch gesteigert werden.

Die Variante gemäß Figur 7B enthält eine Kombination eines verlängerten Wellenbandes 3 mit einem wie in Figur 7A verlängerten Anschlußdraht 12. Der verlängerte Abschnitt des gemeinsamen Elektrodenanschlusses 3 ist an mehreren Stellen mit dem verlängerten Anschlußdraht 12 kontaktiert.

Noch günstiger ist die in Figur 8 gezeigte Variante, bei der Metallsegmente 9, bevorzugt aus Kupfer in den Zwischenraum 5 eingeführt sind. Ein als gemeinsamer Elektrodenanschluß 3 dienendes Wellenband ist beidseitig mit dem Metallsegment 9 verlötet oder verschweißt. Die Modulwand 2 ist mit einer elektrischen Isolationsschicht 18 versehen, und das Metallsegment 9 wird an die Isolationsschicht 18 mit einem Klebstoff 111 angeklebt.

Kostengünstiger aber nicht ganz so wirksam ist die in Figur

- 11 -

- 9 gezeigte Variante, bei der ein Metallgewölle oder -
geflecht 13 zwischen das als gemeinsamer Elektrodenanschluß
dienende Wellenband 3 und der elektrisch durch eine
Isolationsschicht 18 isolierten Innenseite der Modulwand 2
5 eingebracht und zur Fixierung mit einem elastischen Kleber
oder Elastomer 27 getränkt ist. Der Aktorfuß 6 ist durch
eine Elastomerkunststoffscheibe oder Keramikscheibe 19 zum
Metallgewölle oder -geflecht 13 hin elektrisch isoliert.
- 10 Wie schon erwähnt, können die in den Figuren 2 bis 9
gezeigten Maßnahmen zur Verlängerung oder Vergrößerung des
gemeinsamen Elektrodenanschlusses auch miteinander
kombiniert werden. Auch kann das Elastomer, gefüllt mit gut
wärmeleitfähigem Pulver oder Teilchen, allein schon die
15 Wärmeabfuhr deutlich verbessern und als Lösung dienen.

5

Ansprüche

10 1. Piezoelektrischer Aktor, insbesondere zur Betätigung
von Steuerventilen oder Einspritzventilen an Verbren-
nungsmotoren in Kraftfahrzeugen mit einem piezoelektrischen
Aktorkörper (1) insbesondere in Form eines vielschichtigen
Laminats aus aufeinandergeschichteten Lagen
15 piezoelektrischen Materials und dazwischenliegenden
metallischen, bzw. elektrisch leitenden, als Elektroden
dienenden Schichten, wobei diese Elektroden-schichten durch
elektrisch leitende gemeinsame Elektrodenanschlüsse (3, 31,
32) kontaktiert sind und der Aktorkörper (1) unter
20 Einhaltung eines die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse
beinhaltenden Zwischenraums (5) von einer metallischen
Modulwand (2) umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß die
gemeinsamen Elektrodenanschlüsse (3) in Form einer
dreidimensional strukturierten Fläche oder eines
25 dreidimensional strukturierten Körpers gestaltet sind, und
deren am Aktorkörper (1) anliegender Abschnitt eine in den
Zwischenraum (5) ragende Verlängerung (31, 32) oder
Vergrößerung (9) zur Wärmeableitung vom Aktorkörper (1)
aufweist und daß der Zwischenraum (5) mit Elastomer (7, 17,
30 27)gefüllt ist, welcher wärmeleitfähige Zusatzteile
enthält.

2. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse
35 (3) auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten des
Aktorkörpers (1) vorgesehen sind.

3. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerung (31, 32) der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse (3) in Form eines zu den
5 Seitenwänden des Aktorkörpers parallel liegenden wellenförmigen Bandes oder einer wellenförmigen Folie gestaltet ist bzw. sind.
4. Piezoelektrischer Aktor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verlängerung
10 (31, 32) der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse (3) bildende Folie im Zwischenraum (5) mehrfach gefaltet ist.
5. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerung (31, 32) der
15 gemeinsamen Elektrodenanschlüsse (3) durch eine Verlängerung/Vergrößerung der die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse kontaktierenden Anschlußdrähte (12) gebildet ist.
6. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder verlängerte Anschlußdraht (12) im
20 Zwischenraum (5) mehrfach gefaltet ist.
7. Piezoelektrischer Aktor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein
25 verlängerter, in den Zwischenraum (5) ragender Abschnitt (31, 32) der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse (3) an mehreren Stellen seiner Länge mit einem in den Zwischenraum
30 (5) ragenden verlängerten Abschnitt des jeweiligen Anschlußdrahtes (12) kontaktiert sind.
8. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsamen Elektrodenanschlüsse
35 (3) jeweils durch ein im Zwischenraum (5) in Längsrichtung des Aktormoduls liegendes Metallsegment (9) vergrößert

sind.

5 9. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Metallsegment (9) durch eine elektrische Isolationsschicht (10) gegenüber der Innenseite der Aktorwand (2) elektrisch isoliert ist.

10 10. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Metallsegment (9) durch einen Klebstoff (111) auf die Isolationsschicht (10) aufgeklebt ist.

15 11. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergrößerung oder Verlängerung (31, 32) der gemeinsamen Elektrodenanschlüsse (3) jeweils durch ein Metallgewölle, Metallgeflecht (13) oder dergleichen gebildet ist.

20 12. Piezoelektrischer Aktor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenraum (5) zwischen dem Aktorkörper (1) und der Modulwand (2) zusätzlich durch ein wärmeleitendes Elastomer (7, 27) ausgefüllt ist.

25 13. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das wärmeleitende Elastomer (7) mit elektrisch leitfähigen Partikeln (17) ausgefüllt ist.

30 14. Piezoelektrischer Aktor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenseite der Modulwand (2) durch eine elektrisch isolierende Schicht (18) elektrisch isoliert ist.

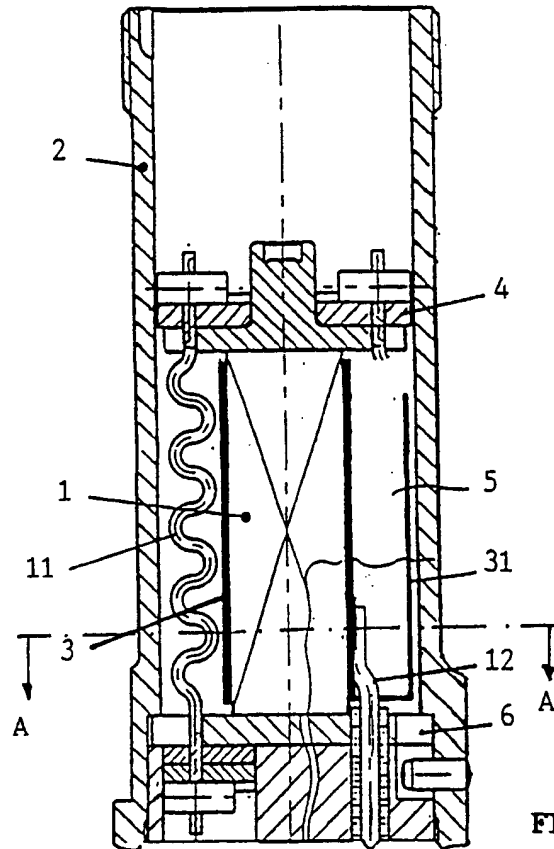


FIG. 1A

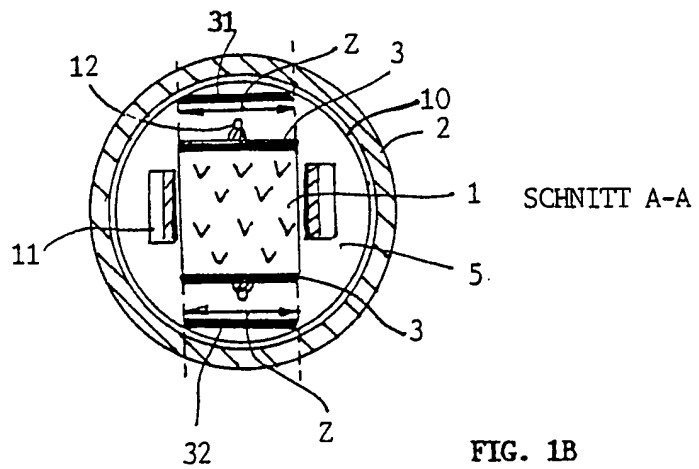


FIG. 1B

2/4

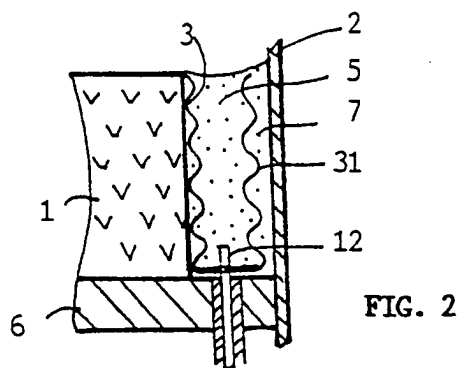


FIG. 2

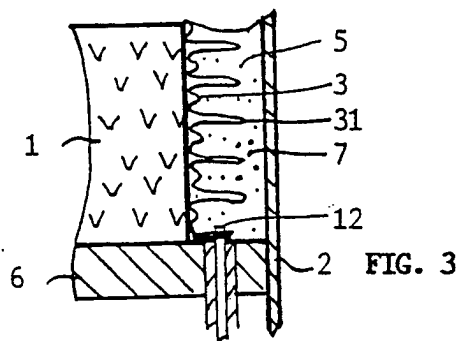


FIG. 3

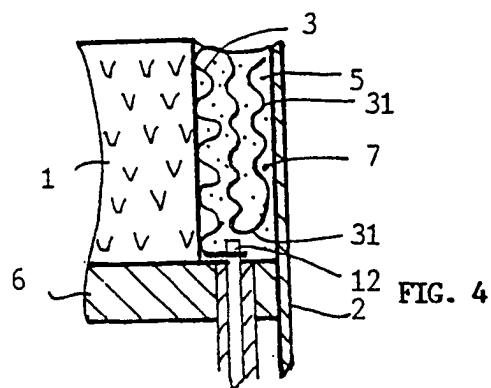


FIG. 4

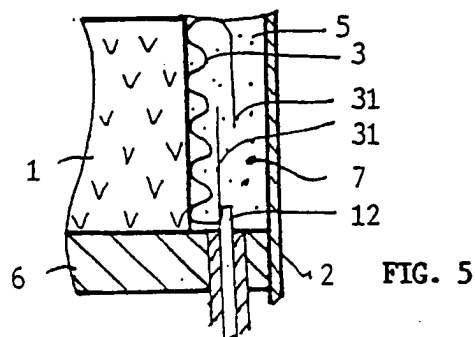


FIG. 5

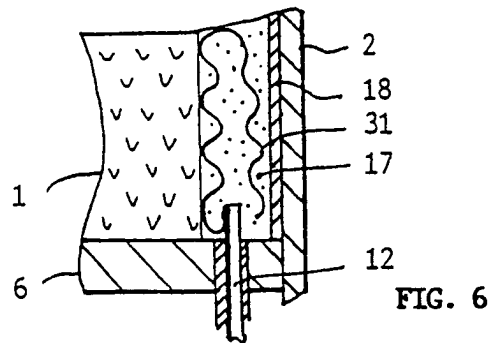


FIG. 6

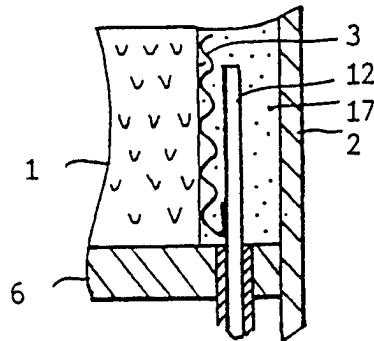


FIG. 7A

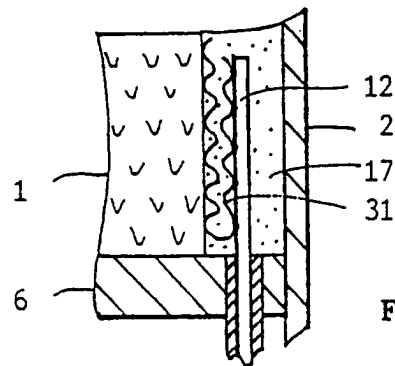


FIG. 7B

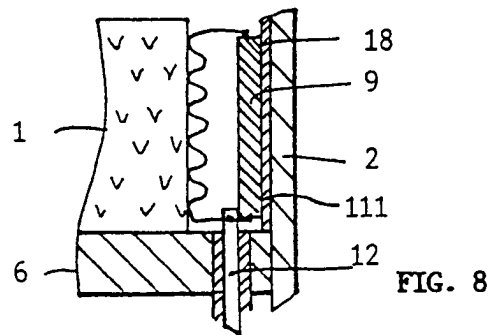


FIG. 8

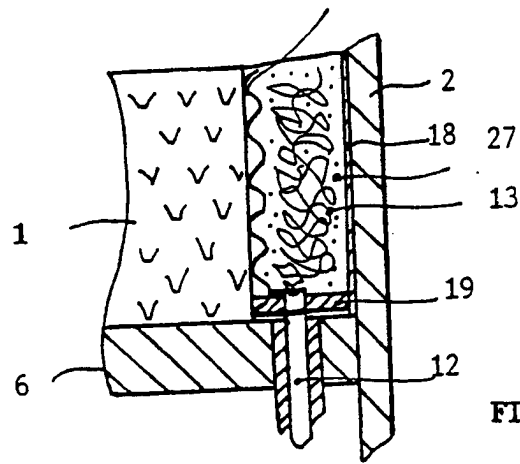


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/DE 99/03532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16K31/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16K F02M H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 148 077 A (KELLEY KURTIS C ET AL) 15 September 1992 (1992-09-15) abstract; figures 1,2 column 5, line 62 - line 66 column 6, line 18 - line 22 column 6, line 32 - line 37	1,2,11, 12
Y	DE 196 26 671 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 16 October 1997 (1997-10-16) abstract; figures 1,2 column 1, line 66 - column 2, line 9 column 4, line 17 - line 20 -/-	1,2,11, 12



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 2000

Date of mailing of the international search report

20/04/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bilo, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 99/03532

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 844 678 A (CERAMTEC AG INNOVATIVE CERAMIC) 27 May 1998 (1998-05-27) abstract; figures 1-8 column 2, line 12 - line 18 column 3, line 9 - line 14 column 4, line 42 - line 44	1
A	DE 196 50 900 A (BOSCH GMBH ROBERT) 10 June 1998 (1998-06-10) cited in the application abstract; figures 1-10	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 08, 30 August 1996 (1996-08-30) & JP 08 097479 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC), 12 April 1996 (1996-04-12) abstract	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/03532

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5148077	A	15-09-1992	AU 6912591 A WO 9206532 A	28-04-1992 16-04-1992
DE 19626671	C	16-10-1997	NONE	
EP 0844678	A	27-05-1998	DE 19648545 A JP 10229227 A	28-05-1998 25-08-1998
DE 19650900	A	10-06-1998	CN 1209865 A WO 9825060 A EP 0879373 A HU 9901385 A	03-03-1999 11-06-1998 25-11-1998 30-08-1999
JP 08097479	A	12-04-1996	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Info. onales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03532

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16K31/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16K F02M H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 148 077 A (KELLEY KURTIS C ET AL) 15. September 1992 (1992-09-15) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 5, Zeile 62 - Zeile 66 Spalte 6, Zeile 18 - Zeile 22 Spalte 6, Zeile 32 - Zeile 37	1,2,11, 12
Y	DE 196 26 671 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 16. Oktober 1997 (1997-10-16) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 9 Spalte 4, Zeile 17 - Zeile 20 --- -/-	1,2,11, 12

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- * A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- * E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- * L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- * O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- * P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- * T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- * X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertätiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- * Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertätiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- * &* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. April 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/04/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Bilo, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 844 678 A (CERAMTEC AG INNOVATIVE CERAMIC) 27. Mai 1998 (1998-05-27) Zusammenfassung; Abbildungen 1-8 Spalte 2, Zeile 12 - Zeile 18 Spalte 3, Zeile 9 - Zeile 14 Spalte 4, Zeile 42 - Zeile 44	1
A	DE 196 50 900 A (BOSCH GMBH ROBERT) 10. Juni 1998 (1998-06-10) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1-10	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 08, 30. August 1996 (1996-08-30) & JP 08 097479 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC), 12. April 1996 (1996-04-12) Zusammenfassung	1

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören:

Inter. Klass. Aktenzeichen

PCT/DE 99/03532

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5148077 A	15-09-1992	AU 6912591 A WO 9206532 A	28-04-1992 16-04-1992
DE 19626671 C	16-10-1997	KEINE	
EP 0844678 A	27-05-1998	DE 19648545 A JP 10229227 A	28-05-1998 25-08-1998
DE 19650900 A	10-06-1998	CN 1209865 A WO 9825060 A EP 0879373 A HU 9901385 A	03-03-1999 11-06-1998 25-11-1998 30-08-1999
JP 08097479 A	12-04-1996	KEINE	